



ARTÍCULO ORIGINAL

## Efecto de la ubicación y el tiempo de permanencia de la miel en la colmena sobre la humedad, el color y el HMF

Mónica del Carmen Gaggiotti<sup>1</sup>, Emanuel Orellano<sup>1</sup>, Rosana Wanzanried Z.<sup>2</sup>, Julieta Merke<sup>1</sup>, Agostina Giacobino<sup>1</sup>, Adriana Pacini<sup>1</sup>, Marcelo Signorini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación de la Cadena Láctea IDICAL (INTA-CONICET)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Rafaela (INTA EEA Rafaela)

E-mail de contacto: [gaggiotti.monica@inta.gob.ar](mailto:gaggiotti.monica@inta.gob.ar)

Recibido: 1 abril 2024; aceptado: 30 mayo 2024; publicado: 30 junio 2024

### Resumen

Los alimentos azucarados son muy sensibles al calor y pueden deteriorarse durante el almacenamiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la exposición al sol y el tiempo de permanencia en la colmena sobre el color, el porcentaje de humedad y la concentración de HMF en miel recién cosechada. El trabajo se realizó en el INTA, EEA Rafaela (Argentina), durante la campaña 2017-2018. Se colocaron colmenas al sol (S), bajo sombra parcial (SP) y sombra total (ST). La humedad promedio de las mieles obtenidas del tratamiento S fue superior ( $P<0,001$ ) a las mieles de colmenas expuestas a SP y ST. El valor medio de color del grupo ST fue menor ( $P<0,001$ ) que el de los otros grupos. No se observaron diferencias en la concentración media de HMF en las mieles de los distintos tratamientos. La concentración de HMF, para los 3 tratamientos evaluados, aumentó en función al tiempo de acumulación de la miel en la colmena (muestreo inicial, 30, 60 y 90 días) detectándose diferencias ( $P<0,05$ ) entre el muestreo inicial, los dos intermedios y el muestreo final; no se observaron diferencias en la humedad y el color se incrementó con el paso del tiempo ( $P<0,05$ ).

**Palabras claves:** colmena, color, hidroximetilfurfural, humedad, miel

### Effect of location and residence time of honey in the hive on humidity, color and HMF

#### Abstract

Sugary foods are very sensitive to heat and can deteriorate during storage. The objective of the work was to evaluate the effect of sun exposure and time spent in the hive on the color, humidity percentage and HMF concentration in freshly harvested honey. The work was carried out at INTA, EEA Rafaela (Argentina), during the 2017-2018 campaign. Hives were placed in sun (S), partial shade (SP) and total shade (ST). The average humidity of the honeys obtained from the S treatment was higher ( $P<0.001$ ) than the honeys from hives exposed to SP and ST. The mean color value of the ST group was lower ( $P<0.001$ ) than that of the other groups. No differences were observed in the average concentration of HMF in the honeys of the different treatments. The concentrations of HMF, for the 3 treatments evaluated, increased depending on the honey accumulation time in the hive (initial sampling, 30, 60 and 90 days), detecting differences ( $P<0.05$ ) between the initial sampling, the two intermediate and the final sampling; no differences were observed in humidity and the color increased over time ( $P<0.05$ ).

**Keywords:** hive, color, hydroxymethylfurfural, humidity, honey

#### INTRODUCCIÓN

Los alimentos con altas concentraciones de azúcares son sensibles al calor y se pueden deteriorar

y/o sufrir algunas transformaciones durante su almacenamiento (Lee & Nagy, 1988). La miel, al ser un producto azucarado, es susceptible de sufrir este deterioro pudiendo modificar sus propiedades

sensoriales, terapéuticas, contenido de enzimas y vitaminas. La presencia de HMF es una consecuencia de estas transformaciones que puede modificar el color y desarrollar *flavors* y olores extraños (Lee & Nagy, 1988). El HMF es un aldehído que se forma por deshidratación de la fructosa, aparece espontáneamente en la miel debido a su composición (pH ácido, contenido de agua, concentración de fructosa y glucosa) y aumenta su valor con el tiempo. También se puede producir a partir de otros procesos como la reacción de Maillard y reacciones de caramelización (Salazar Llorente *et al.*, 2023). El aumento de la temperatura es el factor que más influye en la velocidad de formación del HMF (White, 1980; Bosch Callis & Serra Bonvehi, 1986; Lee & Nagy, 1988; Ibarz *et al.*, 1989; Benavent y Serrano Santos, 1989; Ventura *et al.*, 1990). Se ha demostrado que las mieles provenientes de zonas cálidas presentan mayor contenido de HMF (Bosch Callis & Serra Bonvehi, 1986). Otro parámetro para tener en cuenta es la acidez, ya que las mieles más ácidas experimentan un aumento de HMF en función del tiempo (Benavent y Serrano Santos, 1989). Otros factores que inciden en menor grado son la humedad, la presencia de ciertos minerales (K, Ca, Mg) y el contenido de algunos aminoácidos como la alanina y el ácido aspártico (Benavent y Serrano Santos, 1989). El contenido de HMF en la miel es un indicativo de las condiciones en que la misma fue almacenada, del tratamiento recibido durante su extracción y posterior procesamiento y del tiempo de almacenamiento (White, 1980). La concentración máxima permitida en la normativa actual es de 40 mg/kg de miel (Codex Alimentarius, 2019; MERCOSUR/GMC/RES N° 15/94). Valores superiores indican mieles viejas y/o excesivamente

calentadas o adulteradas (Subovsky *et al.*, 2000). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la exposición al sol y el tiempo de permanencia de colmenas sobre el color, el porcentaje de humedad y la concentración de HMF en miel recién cosechada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El ensayo fue realizado en la EEA Rafaela INTA, ubicada en el centro oeste de la provincia de Santa Fe, República Argentina (31.198039° S, 61.499557° O) durante la campaña 2017-2018 (desde noviembre de 2017 a marzo de 2018). La temperatura y la precipitación media anual de la región son de 18°C y de 1025 mm, respectivamente. Presenta suelos de aptitud heterogénea, con predominio de tierras con capacidad agrícola media y alta. El uso del suelo está mayormente destinado a la ganadería intensiva (tambo e invernada sobre pasturas de alfalfa), con participación agrícola de cultivos de soja de segunda, trigo, maíz y girasol, en tierras con alta capacidad productiva (Giorgi *et al.*, 2008). En cuanto a los recursos florales disponibles para las abejas, la combinación de praderas de leguminosas forrajeras con montes de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), ligustros (*Ligustrum* sp.) y las hierbas latifoliadas anuales, principalmente las pertenecientes a las familias de las Asteráceas, Labiadas y Malváceas constituyen el principal recurso para la actividad de *A. mellifera* L. en la zona bajo estudio (Merke *et al.*, 2006). La temperatura, la humedad y las precipitaciones correspondientes al período bajo estudio se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Promedios mensuales (desde noviembre 2017 hasta marzo 2018) de precipitaciones, humedad, temperatura media, máxima y mínima y serie histórica para los mismos parámetros y meses.

Ítems	Promedios mensuales					Serie histórica (1930-2021)				
	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	11	12	1	2	3
Mes/Año										
Precipitaciones (mm)	61.6	85.8	29.7	24.7	11.5	108.8	123.5	120.3	117.8	149.5
Humedad (%)	53	58	55	54	57	65	65	67	72	75
Temperatura media (°C)	23.5	26.2	27.4	27.2	23.5	22.7	25.2	26.3	25	22.8
Temperatura máxima (°C)	29.4	31.9	32.7	33.4	28.7	28.3	30.5	31.7	30.4	28
Temperatura mínima (°C)	13.9	18	18.1	18.1	13.9	15.6	19.4	18.3	16.7	16.6

### Diseño experimental

Un total de 15 colmenas fue dividido en tres grupos de cinco colmenas cada uno, balanceados por cuadros con abejas, cría y polen, partiendo todos de reinas de igual genética y edad. Un grupo de colmenas (S) fue alojada en un sitio sin protección de los rayos solares. Los otros dos grupos se colocaron en áreas con sombra parcial (SP) o total (ST). Las colmenas que correspondían al tratamiento ST se ubicaron bajo una sombra permanente de fresnos (*Fraxinus* sp.) de 6 m de altura. Las correspondientes al tratamiento S estuvieron expuestas a la radiación del sol durante toda la jornada, mientras que las colmenas del grupo SP se ubicaron junto a un monte de eucaliptos que aportaba sombra parcial durante la tarde. Durante todo el período evaluado, las colmenas se mantuvieron con poblaciones de abejas similares (10 cuadros cubiertos con abejas).

### Toma de muestras

Cada 30 días y por espacio de 3 meses, se tomaron muestras de miel de cada una de las 15 colmenas, identificándose las medias alzas por su tiempo de permanencia en las colmenas (30, 60 y 90 días). Las medias alzas utilizadas eran de madera de *Eucalyptus saligna* (pintadas de color blanco en el exterior), de 2 cm de espesor, con separadores de 9 marcos y estaban labradas y limpias, colocándose en todas las colmenas del ensayo 30 días antes del primer muestreo. Sólo se tomaron muestras de miel operculada para garantizar la madurez adecuada. La recolección de la miel se realizó a temperatura ambiente con una cuchara de acero inoxidable y colectando aproximadamente 200 g de miel con cera. Inmediatamente las muestras se colocaron en un recipiente refrigerado para evitar la exposición al calor del ambiente y a la luz solar, hasta llegar al laboratorio.

### Análisis de las muestras

Para cada muestra colectada se determinó el color, la humedad y la concentración de HMF. Los métodos de ensayo utilizados fueron: para humedad IRAM 15931/2018; para color IRAM 15941.2/2007 y para HMF IRAM 15937-1/2007.

### Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de la exposición solar y el tiempo de exposición sobre el color, la humedad y la concentración de HMF de la miel, se utilizó un modelo lineal generalizado de medidas repetidas. Los análisis fueron realizados bajo la asistencia del programa estadístico InfoStat versión 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En comparación, el período bajo estudio fue más seco, con temperaturas medias y máximas más altas y temperaturas mínima más bajas (con excepción del mes de febrero que fue más elevada) que el promedio histórico de la zona (Tabla 1).

Los valores promedio de humedad, color y HMF de la miel de las cinco colmenas de cada tratamiento durante todo el período evaluado se muestran en la Tabla 2.

La humedad promedio de las mieles obtenidas del tratamiento S ( $17,6 \pm 0,16\%$ ) fue superior ( $P < 0,001$ ) a la de las mieles de colmenas expuestas a SP ( $16,6 \pm 0,14\%$ ) y a ST ( $16,8 \pm 0,26\%$ ). El valor medio de color del grupo ST ( $16,8 \pm 0,82$  mm Pfund) fue menor ( $P < 0,001$ ) que el de los grupos S y SP ( $20,35 \pm 1,03$  y  $20,99 \pm 0,86$  mm Pfund, respectivamente). No se observaron diferencias ( $P = 0,777$ ) en la concentración media de HMF en las mieles de los distintos tratamientos ( $6,47 \pm 0,74$ ;  $7,06 \pm 0,47$  y  $6,74 \pm 1,01$  mg/kg para ST, SP y S, respectivamente).

Las concentraciones promedio de humedad y HMF y el valor medio de color de la miel de las 15

**Tabla 2.** Promedios mensuales (desde noviembre 2017 hasta marzo 2018) de precipitaciones, humedad, temperatura media, máxima y mínima y serie histórica para los mismos parámetros y meses.

Tratamiento evaluado	Parámetro evaluado		
	Humedad %	Color mm Pfund	HMF mg/kg
Sol (S)	17,6 <sup>b</sup>	20,3 <sup>b</sup>	6,47 <sup>a</sup>
Sombra Parcial (SP)	16,6 <sup>a</sup>	21,0 <sup>b</sup>	7,06 <sup>a</sup>
Sombra Total (ST)	16,8 <sup>a</sup>	16,8 <sup>a</sup>	6,74 <sup>a</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para el parámetro evaluado ( $P < 0,001$ )

**Tabla 3.** Promedios de humedad, HMF y color de la miel de las 15 colmenas en función del tiempo de permanencia.

Tiempo de permanencia en la colmena	Parámetro evaluado		
	Humedad %	Color mm Pfund	HMF mg/kg
Muestreo inicial	17,2 <sup>a</sup>	16,1 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>
30 días	17,0 <sup>a</sup>	20,0 <sup>b</sup>	7,02 <sup>b</sup>
60 días	16,8 <sup>a</sup>	22,3 <sup>c</sup>	6,73 <sup>b</sup>
90 días	17,4 <sup>a</sup>	25,5 <sup>d</sup>	9,90 <sup>c</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para el parámetro evaluado ( $P < 0,05$ )

colmenas en función del tiempo de permanencia en la misma, independientemente del tratamiento evaluado se informan en la tabla 3.

El color de la miel y la concentración de HMF se incrementó con el paso del tiempo ( $P < 0,05$ ), no modificándose los valores de humedad ( $P = 0,269$ ). Esta tendencia no se modificó en función de la ubicación de las colmenas (Tabla 4).

Los datos promedios de humedad, color y HMF de la miel de las diferentes colmenas según su ubicación y del tiempo de permanencia en la misma (campana 2017-2018) se presentan en la tabla 4.

Los valores de humedad registrados, para todas las muestras recolectadas, fueron inferiores al 20%, valor máximo permitido por la legislación (Codex Alimentarius, 2019), el color medido se encontró dentro del rango blanco de la escala Pfund, siendo similar a lo informado para las mieles de tréboles producidas en la región en estudio (Gaggiotti *et al.*, 2014). Si bien los valores de HMF no superaron los 40 mg/kg, que es el valor máximo permitido por la normativa internacional (Codex Alimentarius, 2019; MERCOSUR/GMC/RES N° 15/94), se consideran valores altos para mieles de panal recién cosechadas,

que no pasaron por ningún proceso mecánico y de exposición al calor dentro de la sala de extracción (Grainger *et al.*, 2017). Los valores de HMF registrados en este ensayo, fueron superiores a los reportados por Subovsky *et al.* (2004) en mieles recién cosechadas en la región del Nordeste de la República Argentina (NEA). En esta región, a pesar de las condiciones ambientales (subtropical), se encontraron valores promedio de 6,71 mg/kg, con un valor mínimo de 2,3 y un máximo de 30 mg/kg de contenido de HMF. Gaggiotti *et al.* (2014) informaron valores de humedad de  $16,4 \pm 1,1\%$  y de HMF de  $8,97 \pm 10,22$  mg/kg para mieles producidas en un sistema lechero en base a pastura de alfalfa. Los valores de humedad fueron similares a los encontrados en este trabajo, pero en el caso de HMF las concentraciones informadas por Gaggiotti *et al.* (2014) correspondían a mieles sometidas a un proceso de extracción comercial.

El HMF no se vio modificado por la ubicación de las colmenas en cuanto a su exposición al sol, pero esta condición sí se manifestó en la humedad y en el color de la miel (valores de humedad más elevados en las mieles recolectadas de apiarios ubicados al S y menor color en las que provenían de colmenas colocadas en la ST). La humedad de las mieles no se modificó a lo largo del tiempo, pero la concentración de HMF y el color aumentó a medida que se prolongaba el tiempo de permanencia en las colmenas. Iguales comportamientos tuvieron los tres parámetros cuando se evaluaron los tratamientos por separado en función del tiempo de permanencia de miel en la colmena.

Los resultados obtenidos indican la importancia de no acumular las medias alzas con miel en la colmena ya que el tiempo de permanencia de la miel en la misma es un factor que provoca la formación de HMF (Shapla *et al.*, 2018). En cuanto a la

**Tabla 4.** Promedio de humedad, color y HMF de la miel según ubicación de las colmenas y en función del tiempo de permanencia en ellas.

Tiempo de permanencia en la colmena (días)	Humedad %			Color mm Pfund			HMF mg/kg		
	S	SP	ST	S	SP	ST	S	SP	ST
Muestreo inicial	17,5 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	17,4 <sup>a</sup>	17,7 <sup>a</sup>	17,7 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	4,30 <sup>a</sup>	4,30 <sup>a</sup>	5,70 <sup>a</sup>
30	17,7 <sup>a</sup>	16,5 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	20,7 <sup>b</sup>	22,6 <sup>b</sup>	17,5 <sup>b</sup>	7,50 <sup>b</sup>	7,90 <sup>b</sup>	6,30 <sup>b</sup>
60	17,4 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	16,5 <sup>a</sup>	24,8 <sup>c</sup>	21,4 <sup>b</sup>	18,2 <sup>b</sup>	7,80 <sup>b</sup>	6,50 <sup>b</sup>	6,01 <sup>b</sup>
90	18,1 <sup>a</sup>	17,6 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	24,9 <sup>c</sup>	33,3 <sup>c</sup>	20,6 <sup>c</sup>	8,50 <sup>c</sup>	11,3 <sup>c</sup>	9,30 <sup>c</sup>

Letras diferentes en las distintas columnas indican diferencias significativas entre los distintos tiempos de permanencia de la miel en las colmenas para las diferentes ubicaciones ( $P < 0,05$ )

relación entre el contenido de HMF y el color de las mieles, se sabe que la formación del primero provoca un aumento del color (Lee y Nagy, 1988). Algunos autores sostienen que la humedad es un factor que promueve la formación de HMF (Shapla *et al.*, 2018; Islam *et al.*, 2014). Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo no concuerdan con esta afirmación ya que mieles más húmedas no presentaron necesariamente mayor contenido de HMF comparadas con aquellas de menor contenido de humedad.

### Conclusiones

El color y el contenido de HMF aumentaron en función del tiempo de permanencia de la miel en las medias alzas independientemente de la exposición de las colmenas al sol. Los niveles de HMF de la miel en las colmenas expuestas al sol fueron similares a los de las mieles cosechadas en colmenas ubicadas a media sombra y sombra completa. Sin embargo, el contenido de humedad fue mayor en la miel de las colmenas ubicadas a pleno sol mientras que el color fue menor en las mieles ubicadas en la sombra total.

Los resultados obtenidos, bajo las condiciones de este estudio, indican que el tiempo de permanencia de la miel influye más sobre el incremento de los valores de HMF en comparación con una mayor o menor exposición al sol durante la cosecha. Se requieren estudios adicionales que permitan explicar el comportamiento de las variaciones del color y la humedad de la miel en función de la exposición al sol de las colmenas.

### DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### FINANCIAMIENTO

INTA Proapi.

### REFERENCIAS

Benavent, A. & Serrano Santos, P. (1989). Influencia del grado de madurez en el contenido de hidroximetilfurfural en zumo de manzana. *Alim. Equipos y Tecnología*, 1X-X; 83-86

Bosch Callis, J. & Serra Bonvehi, J. (1986). Evolución del contenido de hidroximetilfurfural en las mieles procesadas y situadas en el mercado español. *Alimentaria* 23 (175): 59-61.

Codex alimentarius (2019) *Norma para la miel* CXS-1981. FAO/OMS. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/> [http://dx.doi.org/10.1016/s0956-7135\(97\)90037-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0956-7135(97)90037-2)

Di Rienzo, JA.; Casanoves, F.; Balzarini, MG, González, L., Tablada, M. & Robledo, CW. (2017) *InfoStat versión 2017*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>

Gaggiotti, MC., Signorini, M., Sabbag, NA., Wanzenried Zamora, R. & Cuatrin, A. (2014). Miel de abeja producida en un sistema lechero en base a pastura de alfalfa (composición fisicoquímica, palinológica y sensorial). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. Vol. 22, Núm. 1/2: 15-20

Giorgi, R., Tosolini, R., Sapino, V., Villar, J., León, C. & Chiavassa, A. (2008). *Zonificación Agroeconómica de la provincia de Santa Fe*, vol. 110 INTA, Argentina, pp. 215-224, ISSN 0325-9137

Grainger, MNC., Owens, A. Manley-Harris, M., Lane, JR. & Field, RJ. (2017) Kinetics of conversion of dihydroxyacetone to methylglyoxal in New Zealand mānuka honey: Part IV - Formation of HMF. *Food Chem.* (2017) Oct 1; 232:648-655. Epub 2017 Apr 13. PMID: 28490123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.066>

Ibarz, A., Casero, T., Miguelsanz, R. & Pagan, J. (1989). Cinéticas de formación de hidroximetilfurfural en concentrado de zumo de pera almacenado a diferentes temperaturas. *Alimentaria* I-II: 81-84.

Islam, M.N., Khalil, M.I., Islam, M.A. and Gan, S.H. (2014), Toxic compounds in honey. *J. Appl. Toxicol.*, 34: 733-742. <https://doi.org/10.1002/jat.2952>

IRAM 15931/2018. *Determinación de la humedad. Método refractométrico*. Instituto de Normalización de Materiales, Buenos Aires.

IRAM 15941- 2/2007 *Parte 2: Determinación del color Pfund*. Instituto de Normalización de Materiales, Buenos Aires.

IRAM 15937-1/2007 *Determinación del contenido de hidroximetilfurfural. Parte 1 – Método de Winkler*. Instituto de Normalización de Materiales, Buenos Aires.

Lee, H. S. & Nagy, S. (1988) Relationship of sugar degradations to detrimental changes in citrus juice quality. *Food Technology* XI 91-98

Merke, J., Salto, C., Bulacio, N. & Luiselli, S. (2006). *Relevamiento de las flores disponibles para Apis mellifera L. (Hymenoptera: Apidae) en la EEA INTA Rafaela y zonas aledañas durante el período otoño-invernal*. Primer Congreso Argentino de Apicultura, Córdoba, julio de (2006). Libro de Resúmenes. p.4. <http://dx.doi.org/10.14409/natura.v1i37.3835>

MERCOSUR/GMC/RES N° 15/94. Identidad y calidad de la miel. [http://www.puntofocal.gob.ar/doc/r\\_gmc\\_15-94.pdf](http://www.puntofocal.gob.ar/doc/r_gmc_15-94.pdf)

- Salazar Llorente, E.J., Alvarado Álvarez, H.J., Castro Cano, J.M., Sosa Arias, B.M., & Puga Lascano, S.A. (2023). Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en miel comercial y artesanal de Los Ríos-Babahoyo. *Journal of Science and Research*. <http://dx.doi.org/10.21931/rb/2023.08.02.4>
- Shapla, U.M., Solayman, M., Alam, N., Khalil, M.I. & Gan, S.H. (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chem Cent J*. 2018 Apr 4; 12 (1):35. PMID: 29619623; PMCID: PMC5884753. <http://dx.doi.org/10.1186/s13065-018-0408-3>
- Subovsky, M., Sosa López, A., Rolla, R., Castillo, A. & Aleman, M. (2000). *Cambios en la formación del hidroximetilfurfural en mieles sometidas a calentamiento*. XXI Congreso Argentino. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste Corrientes, Argentina. Tecnología Química, 7 p. <http://dx.doi.org/10.30972/agr.012454>
- Subovsky, M.J., Sosa López, A., Castillo, A. & Cano, N. (2004). Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en mieles del nordeste argentino. *Agrotecnia* 12 (2004) Nota técnica: 32-33 <http://dx.doi.org/10.30972/agr.012454>
- Ventura, F., Guerrero, M. & Serra, J. (1990). Influencia de la temperatura de almacenamiento en la estabilidad del zumo de naranja envasado en tetrabrik. *Alim. Equipos y Tecnología* XII: 95-98. <http://dx.doi.org/10.4995/thesis/10251/181238>
- White, J. W. (1980). Hidroximetilfurfural content of honey an indicator of its adulteration whit invert sugars. *Bee World* 61 (1): 29-37 <http://dx.doi.org/10.1080/0005772x.1980.11097769>

Derechos de Autor (c) 2024 Mónica del Carmen Gaggiotti, Emanuel Orellano, Rosana Wanzenried Z., Julieta Merke, Agostina Giacobino, Adriana Pacini, Marcelo Signorini



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) [Texto completo de la licencia](#)